

支圧接合ボルトを用いた垂直補剛材補強と 直近トラフリブへの影響

○川田工業 (株) 正会員 金田 和樹 芝浦工業大学 学生会員 佐々木 沙織
MK エンジニアリング (株) 正会員 竹渕 敏郎 芝浦工業大学 正会員 穴見 健吾
川田工業 (株) 正会員 長坂 康史 デンカ (株) 正会員 藤間 誠司

1. はじめに

近年、鋼床版桁橋の垂直補剛材とデッキプレートの溶接止端部における疲労き裂の発生が数多く報告されている。この疲労き裂は、走行する車両の輪荷重が直上近傍を通過する際に垂直補剛材がデッキプレートの変形を拘束し、溶接止端部に応力集中が生じることで発生する。過年度においては、支圧接合ボルトを用いたリフトアップ工法（図1）を提案し、実橋梁の垂直補剛材部に施工して、応力の低減効果を確認した。本年度は、本工法の補強効果と効果の持続性の確認、および周辺部材への影響を検討するために疲労試験を行った。

2. 支圧接合ボルトを用いた垂直補剛材補強の概要

本工法は、垂直補剛材直上近傍の荷重をL型補強部材（図2）を介して垂直補剛材に伝達することで、き裂発生点となる垂直補剛材まわし溶接部付近の応力集中を抑える工法である。この補強方法で重要な点は、荷重を円滑に補強材に伝えるために、デッキプレートと補強材の十分な密着度を確保することであり、本工法では、わずかなずれを有するボルト孔に支圧接合ボルトを打ち込むことにより十分な密着度を確保している。

3. ひずみ低減効果、き裂進展抑制効果の検証（疲労試験）

垂直補剛材のき裂発生箇所に対する補強効果については、

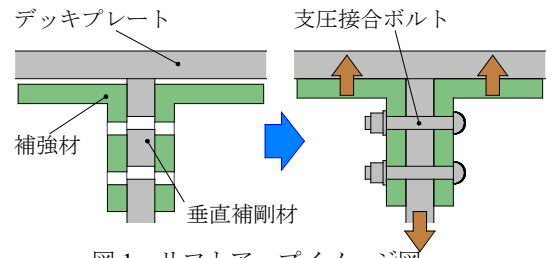


図1 リフトアップイメージ図

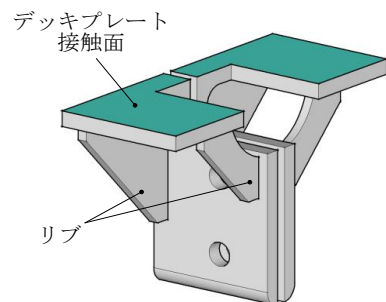


図2 補強材外観図

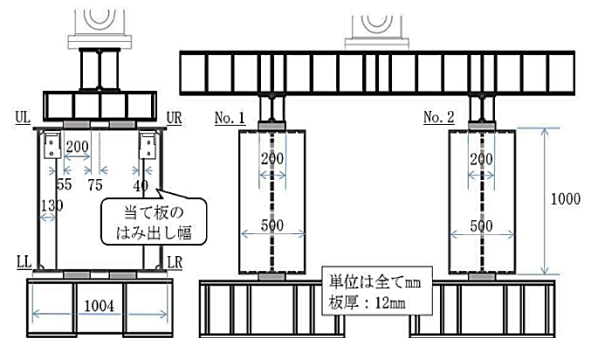


図3 トラフリブ無し試験体寸法、荷重位置

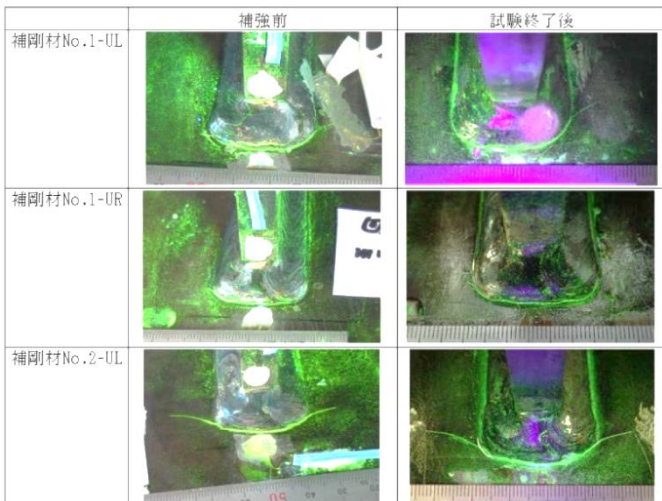


図4 発生した疲労き裂（補修直前・試験終了後）

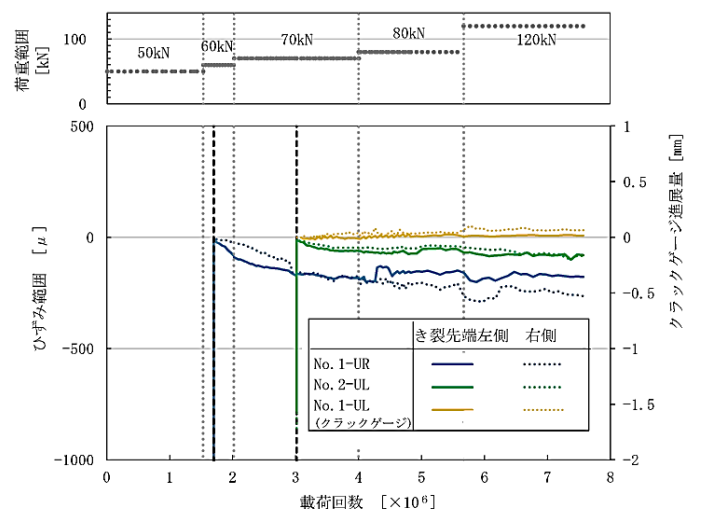


図5 き裂先端のひずみゲージ・クラックゲージの変化

キーワード 鋼床版垂直補剛材, 維持管理, 疲労損傷, リフトアップ, 疲労試験

連絡先 〒939-1593 富山県南砺市苗島 4610 川田工業(株)富山工場 TEL0763-22-4173

文献¹⁾で報告しているとおおり、図3に示す試験体を用いた疲労試験によりき裂を発生させた箇所²⁾に本工法を適用している。疲労試験により発生したき裂を図4に示す。き裂は、3箇所³⁾の補剛材上端フランジ側止端部に発生した。き裂進展のモニタリングとして、3箇所⁴⁾のき裂のうち、2箇所⁵⁾のき裂両端にひずみゲージ、1箇所⁶⁾のき裂両端にクラックゲージを貼付けた。図5に計測結果を示す。補強後の疲労試験により、き裂の進展がないことを確認した。また、補強箇所周辺のひずみは、まわし溶接垂直補剛材側止端部で94.2~99.3%、フランジ側止端部では79.9~92.7%の低減効果が確認されている。

4. 直近トラフリブ溶接部への影響の検討 (疲労試験)

本工法は、垂直補剛材上端部からはみ出た形で当て板を補強する為、補強による近接トラフリブへの影響が懸念される。そこで、周辺部材への影響を検討することを目的として、図6に示すトラフリブ付き試験体を用いた疲労試験を行った。試験体におけるトラフリブと垂直補剛材の間隔は100mmである。同図にひずみゲージの位置を併せて示す。疲労試験は最小荷重を10kNと固定し、荷重範囲を $\Delta P=25kN$ として载荷を始めた。き裂を発生させるため荷重を $\Delta P=40kN$ まで段階的に増加させたが、き裂の発生はなかった。载荷回数694万回時に補剛材UL, URの2箇所を補強した。補強後荷重を $\Delta P=45kN$ に上げて、200万回载荷したが、補強箇所、未補強箇所ともに、き裂の発生は無かった。

疲労試験中のひずみ範囲の変化を図7、表1に示す。補強直後で垂直補剛材上端のひずみ(vk, vf)が大きく低減し、トラフリブのない試験体(図3)とほぼ同等であった。補強後200万回の载荷で、こぼ面側(vk)ではひずみ範囲の変化は殆どなく、フランジ側(vf)で10%程度のひずみ低減率に変化がみられるものの、载荷終盤ではその変化は小さく、補強効果の持続性を確認出来た。また、トラフリブ側に貼付したひずみゲージ(UU, Uf)についても、当て板補強によりひずみが低減しており、本試験体を用いた本疲労試験の範囲内では、本工法による補強を行う事でトラフリブに悪影響を及ぼすことは無かったと言える。

参考文献 1) 穴見健吾, 竹渕敏郎, 米山徹, 長坂康史, 木ノ本剛: 支圧接合用高力ボルトを用いた鋼床版垂直補剛材上端の当て板補修, 鋼構造論文集, Vol.65A (2019年3月)

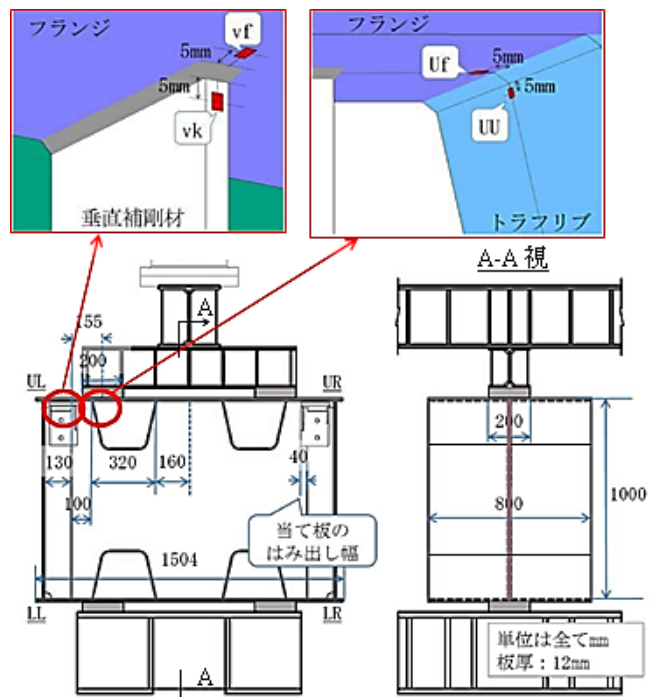


図6 トラフリブ付き疲労試験体

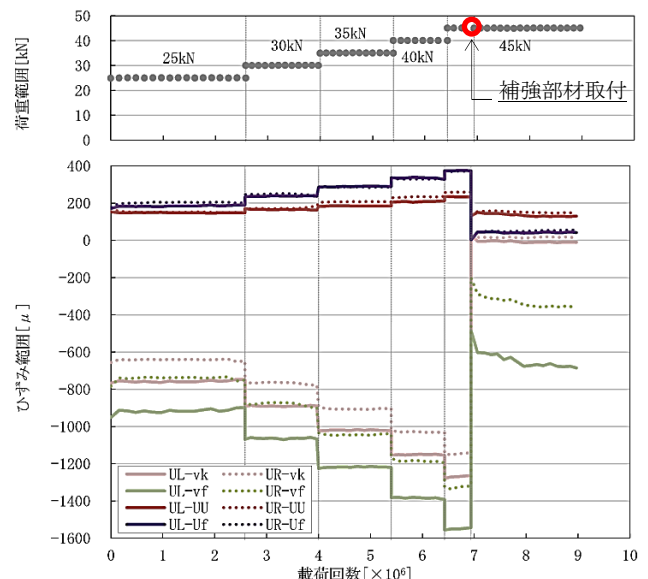


図7 疲労試験中のひずみ範囲の変化

表1 補強前後、試験終了時のひずみ範囲

		補強直前		補強直後		試験終了時	
		ひずみ範囲	ひずみ範囲	ひずみ低減率	ひずみ範囲	ひずみ低減率	
垂直補剛材とフランジの回し溶接止端部から5mm							
垂直補剛材側(vk)	UL	-1263	27	97.9	-10	99.2	
	UR	-1141	6	99.5	14	98.8	
フランジ側(vf)	UL	-1544	-484	68.7	-685	55.6	
	UR	-1320	-200	84.8	-362	72.6	
トラフリブとフランジの溶接止端部から5mm							
トラフリブ側(UU)	UL	232	132	43.1	131	43.5	
	UR	259	134	48.3	149	42.5	
フランジ側(Uf)	UL	375	2	99.5	42	88.8	
	UR	371	2	99.5	56	84.9	

ひずみ低減率(%) = $1 - \frac{(\text{補強後試験終了時のひずみ範囲})}{(\text{補強前のひずみ範囲の絶対値})} \times 100$